



ANODISOINTILAITOKSEN LAYOUT-SUUNNITELMA

Perttu Vaittinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestel-
mät

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

PERTTU VAITTINEN:
Anodisointilaitoksen layout-suunnitelma

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Huhtikuu 2013

Purso Oy:n anodisointilaitos muutti tammikuussa 2012 uusiin tiloihin. Nykyaikaisen tekniikan mukanaan tuomat uudet haasteet, työskentelytavat ja työympäristö muokkasi ennestään opittuja rutiineita, joten koko anodisointilaitoksen henkilöstön oli opeteltava uusia modernin tuotantoautomaation saloja.

Ensimmäisen vuoden aikana tuotannon alettua uudessa anodisointilaitoksessa havaittiin tilankäytöllisiä epäkohtia, jotka oli korjattava mahdollisimman nopeasti. Tässä opinnäytetyössä paneudutaan havaittuihin kehityskohteisiin layoutsuunnittelun teorioiden pohjalta ja esitetään mahdollisia kehitysehdotuksia tuotantotilojen sujuvamman toiminnan edistämiseksi.

Nykytilannetta kartoittaessa kerättiin työntekijöiltä heidän huomaamiaan epäkohtia koskien tarvikkeiden ja materiaalien säilytystä ja varastointia. Tämän nykytilakartoituksen perusteella rajattiin kehitettävät kohteet. Rajauksen käsittämiä layoutin ongelmakohtia kehitettiin ja suunnitelma dokumentoitiin.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi toteutuskelpoinen layoutsuunnitelma. Suunnitelmaa työstettäessä ilmeni myös tarvetta erään tarviketelineen suunnittelulle, joten kyseisen telineen suunnittelu sisällytettiin tähän opinnäytetyöhön.

Tämän opinnäytetyön liiteaineisto on luottamuksellinen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Mechanical and Production Engineering
Modern Production Systems

PERTTU VAITTINEN:
Layout development of the anodizing plant

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 5 pages
April 2013

Purso Oy built a new high automated anodizing plant, which was introduced in January 2012. Within the first production year there were some grievances noticed at the layout of anodizing plant. In this bachelor's thesis those grievances are handled and solutions are purposed for a better working environment.

This project made its start by delimiting areas which had to be reorganized in cooperation with employees of anodizing plant. Anodizing plant has been in operation for over a year, so some supplies had their own placements already which made layout development easier to execute.

According to layout design theories introduced in the thesis, major goal for the project is to decrease material handling times and distances. While planning layout development solutions there appeared a need for designing a supply stand. Design of the supply stand was included to this thesis.

Implementation was made by analysing material flows, supply needs and useable floor area of the anodizing plant. Layout is now designed, but cannot be executed because of high production level at anodizing plant. Execution of layout reorganize process will be made as soon as production level slows down to rate that demanded functions are available.

Appendices of the thesis are confidential information.

Key words: layout, design, material flow

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PURSO OY	7
3	ANODISOINTIPROSESSI.....	9
3.1	Anodisointiprosessin kulku.....	9
3.2	Anodisointiprosessin vaiheet	10
4	ANODISOINTILAITOKSEN TYÖMENETELMÄT	12
5	NYKYTILANNE	15
6	KEHITETYN LAYOUTIN TAVOITTEET	17
7	LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA	18
7.1	Tuotantolinjalayout	18
7.2	Funktionaalinen layout	19
7.3	Solulayout	20
7.4	Layouttyypin valinta- ja suunnitteluprosessi	21
7.4.1	Layoutin valinta	21
7.4.2	Ryhmäteknologia	22
7.4.3	Layoutsuunnittelu.....	22
7.4.4	Layoutsuunnittelun tavoitteet.....	23
8	MATERIAALIVIRRAT ANODISOINTILAITOKSELLA	24
9	TARVIKETELINEEN SUUNNITTELU	25
10	NYKISEEN LAYOUTIIN TEHTÄVÄT MUUTOKSET	26
11	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	30
	Liite 1. Pakkauspuolen layoutsuunnitelma	1 (2) .. Error! Bookmark not defined.
	Liite 1. Ripustuspuolen layoutsuunnitelma	2 (2).. Error! Bookmark not defined.
	Liite 2. Tarvikejigin mitoituskuva.....	Error! Bookmark not defined.
	Liite 3. Ongelmat ja ratkaisut alkuperäinen	1 (2). Error! Bookmark not defined.
	Liite 3. Ongelmat ja ratkaisut alkuperäinen	2 (2). Error! Bookmark not defined.

ERITYISSANASTO

Peittaus	Natriumhydroksidikylpy, jossa alumiiniprofiilien pintaa syövytetään tarkoituksellisesti hieman. Anodisoitu pinta saadaan mattamaiseksi tämän ansiosta.
Ripustin	On jigi, johon raakapintaiset alumiiniprofiilit ripustetaan ja kiinnitetään anodisointiprosessia varten.
Kehä	Vaakasuorassa prosessilinjalla poikittain etenevä alumiinitanko, johon on kiinnitetty ripustimet.
Häkki/siirtohäkki	On lähinnä Purso Oy:n sisäisissä siirroissa käytettävä kuljetuksen ja varastoinnin apuväline, johon profiilit nostellaan siirtoja varten.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia toimiva layoutsuunnitelma Purso Oy:n anodisointilaitokselle. Tutkimuksien tuloksena laaditun layoutsuunnitelman tarkoituksena on selkeyttää ja helpottaa työskentelyä anodisointilaitoksessa. Layoutsuunnitelmat ovat tämän työn liitteenä (Liite 1).

Purso Oy:n nykyinen anodisointilaitos on ollut toiminnassa tammikuusta 2012 lähtien ilman dokumentoitua layoutsuunnitelmaa, joten noin vuoden toiminnan aikana työmenetelmät, sekä käytössä olevien tarvikkeiden määrät ja paikat ovat jo osittain vakiintuneet. Layoutsuunnitelma on rajattu käsittämään valmisvarastojen paikoitus ja tarvittavien tarvikkeiden säilytyspaikat työpisteiden ulkopuolella.

Opinnäytetyössä kartoitetaan anodisointilaitoksen nykytila koskien materiaalin- ja tarvikkeiden käsittelyä sekä paikoitusta tehtaassa. Kartoituksen pohjalta luodaan layoutsuunnitelma dokumentiksi anodisointilaitoksen työntekijöille ja johdolle.

2 PURSO OY

Purso Oy on kansainvälisesti toimiva, tunnettu perheyritys, joka valmistaa alumiiniprofiileita. Purso Oy:n tehdas ja pääkonttori sijaitsevat Nokian Siurossa (Kuva 2.). Tuotantopinta-alaa tehtaassa on noin 50 000 neliömetriä. Purso Oy:n sulatto sijaitsee Ikaalissa. Alumiiniprofiileita valmistetaan mm. rakennusteollisuuden ja ajoneuvoteollisuuden eri käyttötarkoituksiin. Valmistettavia profiileja on noin 20 000 eri mallia. Tuotannossa on erilaisia vakio-*profiileita*, kuten putkia, kulmia ja lattoja sekä asiakkaiden vaatimusten mukaisesti suunniteltuja ja valmistettuja profiileita. Kuvassa 1. näkyy muutamia vakio-*profiileita*. Varsinaisen profiilivalmistuksen lisäksi Purso Oy:ssä jatkojalostetaan valmistettuja profiileita asiakkaan toiveiden mukaisesti. (Purso Oy yritysesittely 2012)



KUVA 1. Purso Oy:n valmistamia vakio-*profiileita*. (Purso Oy yritysesittely 2012)



KUVA 2. Purso Oy:n tehdasalue Nokian Siurossa. (Purso Oy yritysesittely 2012)

Purso Oy:n liikevaihto vuonna 2011 oli 73 M€. Valmistetuista profiileista suoraan vientiin menee noin 35 %. Vientiin menevien profiileiden kasvutrendi on ollut nouseva jo vuosia. Pääasialliset vientialueet ovat Baltian maat, Ruotsi ja Saksa. Yritys työllistää noin 230 henkilöä. Purso Oy:llä on käytössä laadunhallintajärjestelmä ISO 9001:2008 ja ympäristöjärjestelmä ISO 14000:2004. (Purso Oy yritysesittely 2012)

Purso Oy:llä on pitkä historia suomalaisessa alumiiniteollisuudessa. Yritys aloitti toimintansa alumiinin anodisoinnilla vuonna 1959 viiden työntekijän voimin. Alumiiniprofiilien tuotanto alkoi 1974 ja konepaja aloitti toimintansa 1976. Vuonna 1980 avattiin 2. pursotuslinja sekä sulatto. Toimistorakennus rakennettiin 1984. Anodisointilaitos uudistettiin 1987. Purso Oy aloitti alumiinin pulverimaalauksen 1994. Vuosituhannen lopussa 1998 jatkojalostus siirrettiin uusiin tiloihin. (Purso Oy yritysesittely 2012)

2000-luvulla Purso Oy on päivittänyt tehdastansa kovaan tahtiin. Vuonna 2002 avattiin uusi pursotuslinja ja pulverimaalaamo uudistettiin vuonna 2005. Purso Oy:n läheisyyteen valmistui alihankkijoiden tiloista koostuva yrityspuisto vuonna 2009. Samana vuonna päivitettiin myös pursotuslinja 1. Nykyinen anodisointilaitos ja biolämpökeskus valmistuivat tammikuussa vuonna 2012. (Purso Oy yritysesittely 2012)



KUVA 3. Pursotuslinja toiminnassa. (Purso Oy yritysesittely 2012)

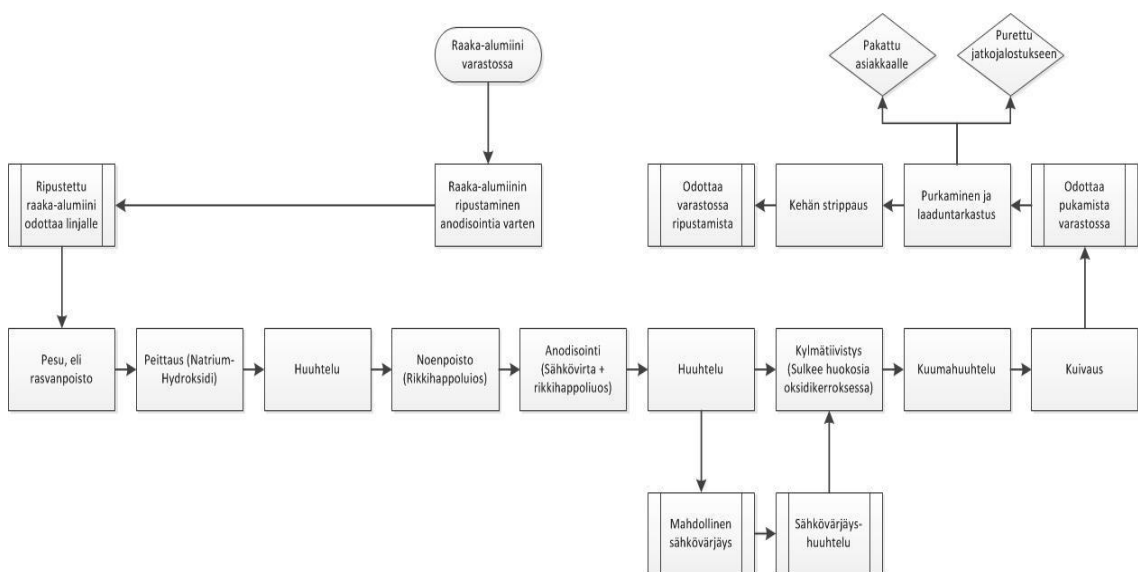
3 ANODISOINTIPROSESSI

Anodisointiprosessi on sähkökemiallinen alumiinin pintakäsittelyprosessi, jossa sähkökemiallisen reaktion avulla alumiinin pinnalle luodaan oksidikerros. Anodisointiprosessissa kiiltävä raaka-alumiini saa kulumusta kestävä ja esteettisen mattapinnan. Anodisoitu alumiini sietää myös erittäin hyvin sään vaihteluiden tuomia vaatimuksia. Alumiinin anodisointipinnoite ei johda sähkövirtaa. Haluttu pinnoituksen kerrosvahvuus vaihtelee $5\text{ }\mu\text{m}$ ja $25\text{ }\mu\text{m}$:n välissä käyttötarkoituksesta riippuen. Normaalin anodisoinnin tuloksena on hopeanharmaa pinnoitus, mutta haluttaessa sähkövärianodisoinnilla saadaan profiileista tummanharmaita, vaalean- ja tummanruskeita sekä mustia.

3.1 Anodisointiprosessin kulku

Purso Oy:n anodisointilaitoksella pinnoitetaan pääasiassa omalla pursotuslaitoksella valmistettuja alumiiniprofiileita. Pinnoitetut alumiiniprofiilit toimitetaan pakattuina suoraan asiakkaille tai siirretään jatkojalostukseen Purso Oy:n eri osastoille. Erilaista pinnoitettavaa pientavaraa tai asiakkaiden omia profiileita on vain murto-osa. Kuvio 1. havainnollistaa anodisointiprosessia. Prosessivaiheet selvitetään kappaleesta 3.2 eteenpäin.

Anodisointiprosessin prosessikaavio



KUVIO 1. Anodisointiprosessin prosessikaavio

3.2 Anodisointiprosessin vaiheet

Pursotuslaitoksen valmistavat alumiiniprofiilit siirretään anodisointilaitokselle automaattiseen välivarastorobottiin, joka palvelee anodisointilaitoksen työntekijöitä. Työntekijät tilaavat varastorobotista halutun profiilierän, joka ripustetaan profiilin muotojen, pituuden ja jäykkyyden mukaan valittuun kehään. Ripustettu kehä lähetetään odottamaan pääsyä automaattiselle prosessilinjalle haluttua pinnoitusta vastaavaa käsittelyohjelmakoodia käyttäen. Käsittelyohjelmakoodi sisältää automaattilinjän tarvitsemat parametrit, jotta anodisointi tapahtuu vaaditulla tavalla.

Automaattisessa prosessilinjassa kehä kulkee PLC-ohjattujen nostimien avulla prosessialtaasta toiseen. Ensimmäinen prosessiallas on pesuallas, eli rasvanpoisto, jossa alumiiniprofiilien pinnalta poistetaan epäpuhtauksia, kuten koneistusrasvat ja sahauslastut. Pesuaineena käytetään Aluclean- nimistä ainetta.

Pesun jälkeen alumiiniprofiilit menevät peittausaltaaseen, jossa profiileiden pintaa syövytetään natriumhydroksidiliuoksella. Syövyttäminen karhentaa profiilien pintaa ja tekee mattapintaisuuden anodisoituun pinnoitukseen. Alumiiniprofiilien syöpyminen anodisointiprosessissa on otettava huomioon profiilien suunnitteluvaiheessa, että mittatoleranssit täyttyvät myös anodisointiprosessin jälkeen.

Peittauksen jälkeen prosessi jatkuu huuhteluilla, joiden jälkeen kehä kuljetetaan noenpoistoaltaaseen, jossa poistetaan rikkihappoliuoksen avulla peittausreaktiossa syntynyt noki ja muut epäpuhtaudet. Miedohko rikkihappoliuos ei juurikaan alumiinia syövytä. Rikkihapon lisäksi noenpoistossa käytetään Deox HD- nimistä kemikaalia.

Noesta ja muista epäpuhtauksista puhdistetut alumiiniprofiilit nostetaan anodisointialtaaseen. Anodisointiallas sisältää mietoa rikkihappoliuosta. Kehä, johon alumiiniprofiilit on ripustettu, toimii anodina samalla sulkien virtapiirin ja altaan reunoilla ovat alumiinista niin ikään valmistetut katodit. Anodisoinnissa käytetään tasavirtaa. Haluttua pinnoituksen kerrosvahvuutta säädetään muuttamalla anodisointiaikaa, eli aikaa, jonka kehä on anodisointialtaassa kytkettynä virtapiiriin ja virta kulkee virtapiirissä.

Profiilit huuhdellaan jälleen anodisoinnin jälkeen. Huuhdellut profiilit menevät luonnonvärianodisoinnissa kylmätiivistysaltaaseen. Kylmätiivistys sulkee anodisoinnissa syntyneet oksidikerroksen huokoset. Kylmätiivistyksestä profiilit viedään kuumahuuhteluun, joka viimeistelee huokosien tiivistymisen.

Sähkövärianodisoinnissa anodisoinnin jälkeisten huuhteluiden jälkeen profiilit nostetaan sähkövärialtaaseen, joka on rakenteeltaan lähes anodisointiallasta vastaava. Sähkövärjäyksessä on kaksi eri vaihetta, tasa- ja vaihtovirtavaihe. Vaihtovirtavaiheen negatiivisella jaksolla tapahtuu värjäntyminen. Sähkövärialtaassa on pienet määrät tinasulfidia, joka mahdollistaa värjäntymisen. Tämän jälkeen profiilit käyvät sähkövärihuuhtelussa, jonka jälkeen prosessi jatkuu tiivistyksellä luonnonvärianodisoinnin tavoin.

Tiivistyksen jälkeen profiilit kuivatetaan kuumalla ilmalla. Kehä kuljetetaan puskurivarastoon odottamaan laadun varmistusta ja purkamista. Puretut profiilit siirretään tehtaan muille osastoille jatkojalostukseen tai pakataan asiakkaan toivomalla tavalla ja lähetetään asiakkaalle.

4 ANODISOINTILAITOKSEN TYÖMENETELMÄT

Anodisointilaitoksessa on kolme erilaista työtehtävää. Työtehtävät ovat ripustajan -, pakkaajan – ja operaattorin työt. Ripustajat ja pakkaajat työskentelevät pareittain ja operaattori työskentelee yksinään. Pareittain työskentely johtuu alumiiniprofiilien hankalasta käsiteltävyydestä. Anodisoitavat alumiiniprofiilit ovat pituudeltaan pääasiassa 4 – 8 metrisiä harvoja pientavaroita lukuun ottamatta. Profiileiden normaali toimituspituus on 6 m.

Ripustajat työskentelevät ennen varsinaista anodisointiprosessia. Ripustajien ensimmäinen työvaihe on tilata haluttu profiilierä varastorobotista. Profiilierä siirretään kärryllä ripustuspaikalle. Profiilit nostellaan kehään, joka on tilattu ripustuspaikalle profiilierän asettamien vaatimusten perusteella. Näitä vaatimuksia ovat profiilien pituus, joka määrittää ripustimien paikat tavaratangossa sekä profiilien jäykkyys, joka määrittää tuennan tarpeen. Kun kehä on ripustettu valmiiksi ripustajat kiristävät profiilit kiinni ripustimiin ja lähettävät kehän automaattiseen prosessilinjaan haluttua anodisointipinnoitusta vastaavalla ohjelmakoodilla.



KUVA 4. Ripustimet (Perttu Vaittinen 2013)

Pakkaajat työskentelevät anodisointiprosessin jälkeisessä vaiheessa. Pakkaajat tilaavat anodisoidun kehän pakkauspaikalle. Laatutarkastuksen jälkeen ripustajien suorittama kehän kiristys avataan ja profiilit puretaan joko suoraan asiakkaalle lähtevään pakkaukseen tai jatkojalostukseen lähtevään siirtohäkkiin.



KUVA 5. Pakatut profiilit menossa käärintäkoneen läpi. (Perttu Vaitinen 2013)



KUVA 6. Siirtohäkkejä pinottuna. (Perttu Vaitinen 2013)

Operaattori hoitaa prosessilinjän toimivuutta ja vedenpuhdistamo. Anodisointilinjalla on yli kaksikymmentä prosessiallasta, joissa pitää olla sopivat pitoisuudet halutun anodisointilaadun saavuttamiseksi. Operaattori valvoo kyseisten altaiden tilaa ja suorittaa tarvittaessa korjaavia toimenpiteitä koskien prosessialtaiden kylpyjä.

Operaattorin lisäksi prosessialtaiden valvontaan osallistuu laborantti, joka kerää altaista näytteet analyysijä varten. Laborantin tekemien analyysien perusteella operaattori osaa tarpeen mukaan säätää prosessialtaiden pitoisuuksia tai vaihtoehtoisesti tyhjentää ja vaihtaa altaan nesteet kokonaisuudessaan.

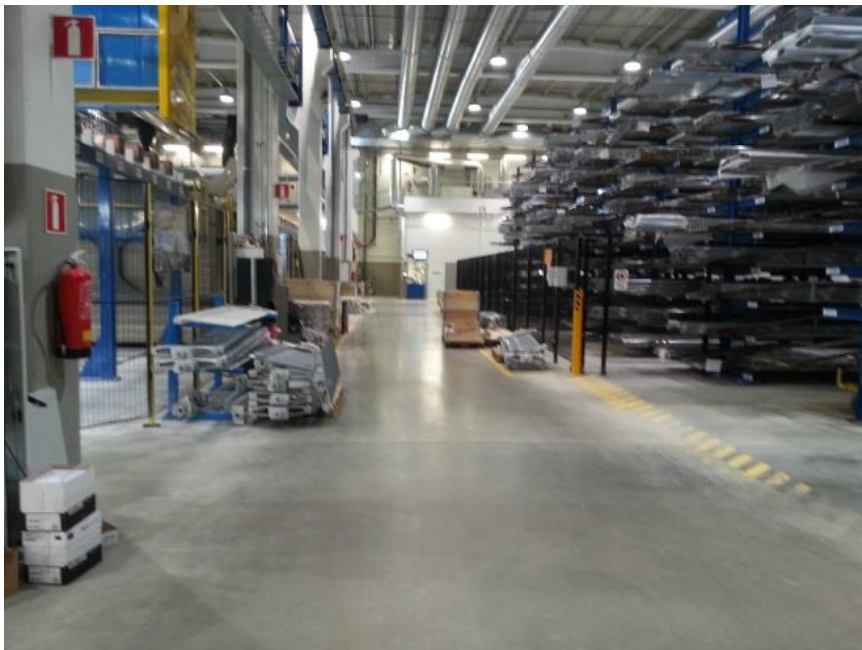
Anodisoinnissa käytetään vaarallisia kemikaaleja, kuten rikkihappoa ja natriumhydroksidia, joten vedet on puhdistettava ennen niiden päästämistä viemäriverkkoon. Tähän tarkoitukseen on yrityksellä oma vedenpuhdistamo, jossa erotellaan puhdas vesi haitallisista kemikaaleista ja alumiinista. Vedenpuhdistamo toimii automaattisesti, mutta vaatii valvontaa mahdollisien häiriötilanteiden varalta.

5 NYKYTILANNE

Layoutin kehittämisen ja dokumentoinnin tarve on ollut tiedossa jo pitkään. Ajankohta opinnäytetyön tekemiselle toi mahdollisuuden itse päästä vaikuttamaan toteutettaviin ratkaisuihin. Itse koko uuden anodisointilaitoksen toiminnan ajan siellä työskennelleenä tiedostin osan ongelmista, mutta kokeneiden työtovereiden ideat ja apu olivat tervetulleita.

Suurimmaksi ongelmaksi on ilmennyt ehdottomasti tilanpuute. Uutta hallia rakentaessa tontin rajat tulivat vastaan, joten suurempaa hallia ei ollut mahdollista rakentaa. Itse prosessilinja vie suurimman osan hallin lattia-alasta, eikä prosessilinjaa voi siirtää tai tiivistää, joten lisätilan saamiseksi on tehtävä uudelleenjärjestelyjä valmisvarastoissa ja tarvikkeiden, kuten pakkausmateriaalien ja ripustusvaiheessa käytettävien välineiden säilytyspaikoissa. Tarvetta on myös ilmennyt erityisesti ripustimien säilytykseen tarkoitulle telineelle. Tämän telineen suunnittelu on osa opinnäytetyötä.

Alkuperäinen layoutpiirustus on käytännössä rakennuksen pohjapiirustus, johon on mallinnettu vain prosessilinjan toimittajan toimittamat tuotteet. Nykyisessä layoutpiirustuksessa ei ole mallinnettu tarvikkeita, varastoja tai materiaalivirtoja lainkaan. Dokumentoinnilla pyritään osoittamaan kaikille pakkaus- ja ripustustarvikkeille optimaaliset säilytyspaikat.



KUVA 7. Säilytyspaikat ovat epämääräiset. (Perttu Vaitinen 2013)

Anodisointiprosessissa tarvitaan paljon erilaisia tarvikkeita, jotka kuluvat käyttökelvottomiksi hyvin nopeasti. Tarvikkeet eivät kuitenkaan ole kertakäyttöisiä. Tehtaan siisteyden ja selkeän toiminnan kannalta on tärkeää, että kaikille tarvikkeille ja työkaluille on määrätty säilytyspaikat. Tämä helpottaa työntekoa, sekä tekee työympäristöstä viihtyisemmän.

Nykyinen anodisointilaitoksen layout on muodostunut lähinnä siten, että tarvikkeiden säilytyspaikat on sijoitettu sinne, missä tilaa löytyy. Anodisointilaitos on toiminut noin puolisoista vuotta, joten tarvikkeiden säilytyspaikat ovat ehtineet vakiintua jo hieman, joten hiukan muokkaamalla nykyisiä tottumuksia saadaan aikaiseksi jo paljon parempi ja viihtyisämpi työympäristö, joka on helppo pitää järjestyksessä ja siistinä.



KUVA 8. Siirtoa odottavien valmisvarasto epäjärjestyksessä. (Perttu Vaitinen 2013)

6 KEHITETYN LAYOUTIN TAVOITTEET

Uudelle layoutille asetettiin tavoitteiksi erityisesti tarvikkeiden säilytyspaikkojen suunnittelu ja paikkatietojen dokumentointi. Tarvikkeiden etsiminen eri paikoista kuluttaa todella paljon turhaa aikaa, joka on aina pois työnteosta. Nykyaikaisessa tehtaassa siisteys on erittäin tärkeää työympäristön viihtyvyyden sekä turvallisuuden kannalta. Siisteys ja layoutin selkeys myös kasvattavat tuottavuutta.

Toinen suurista ongelmista huomattiin pakkausasemien kulkuväylien ahtaudessa. Pakettikärryä liikutettaessa käärintäkoneelle on edessä liian jyrkkä käänнос. Tästä johtuen pakettikärry (KUVA 9.) usein törmää edessä oleviin esteisiin.



KUVA 9. Pakettikärry käärintäkoneella (Perttu Vaitinen 2013)

Tavoitteena on myös edistää työntekijöiden yhteistyötä kehittämällä tarvikkeita koskevat siirrot siten, että turhat siirrot poistuvat. Tällä tavalla työntekijä palvelevat toisiaan jokaisessa tarvikkeita koskevassa siirrossa.

Pintakäsittelyosastolla on käytössä palkkiopalkkamalli, jossa yksi osa on osaston siisteys. Layoutsuunnitelma voi tulevaisuudessa antaa perusteet tämän palkkion valvomiseksi. Layoutdokumentista voidaan tarkistaa ovatko kaikki tavarat paikoillaan, eli maksetaanko työntekijöille osaston siisteyden ylläpitämisestä vai ei.

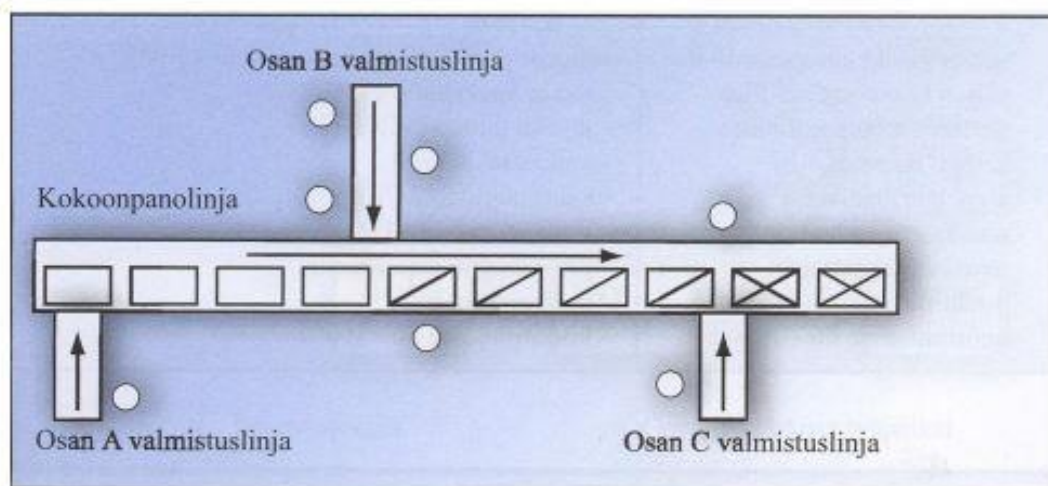
7 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA

Layoutsuunnittelu on tehtaan jouhevan toiminnan ja tuottavuuden kannalta tärkeä osa uutta tehdasta suunniteltaessa tai vanhaa tehdasta muutettaessa. Ilman huolellista layoutsuunnittelua tuotanto on usein sekavaa. Termi layout on määritelty Ilkka Kourin toimesta seuraavasti:

Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehdassa. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin. (Kouri 2009, 475.)

7.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayout on usein massatuotannon layoutmuoto, eli tuotantolinjassa valmistettavat tuotteet ovat keskenään hyvin samanlaisia. Tässä layouttyypissä valmistusyksikön koneet ja laitteet ovat järjestelty tuotettavan kappaleen työkulun mukaiseen järjestykseen (KUVA 10.). Tuotantolinjalayoutissa valmistuksen tehokkuus perustuu pitkälle automatisointiin niin kappaleenkäsittelyssä, kuin itse valmistuksessaakin. (Kouri 2009)



KUVIO 10. Tuotantolinjalayout (Kouri 2009, 476)

Tuotantolinjalayout sietää häiriöitä heikosti, koska häiriön tapahtuessa virheellisiä tuotteita valmistuu koko ajan tuotantolinjan toimiessa. Tästä johtuen jatkuva laadunvalvonta on tärkeää. Tuotantolinjalayout on kallis toteuttaa, eli kannattava rakentaminen vaatii suuren volyymin ja kuormitusasteen. Suurien tuotantomäärien ja valmistettavien tuotteiden samankaltaisuuden ansiosta tuotteiden yksikköhinta muodostuu alhaiseksi. (Kouri 2009)

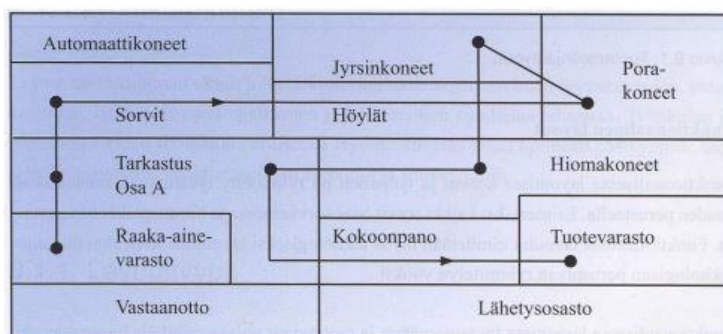
Layouttyyppinä tuotantolinja on muutoksia ajatellen jäykkä. Valmistettavan tuotteen vaihtaminen toiseen aiheuttaa suuret lisäkustannukset, koska asetusajat ovat yleensä pitkiä. Kapasiteetin kasvattaminen on hankalaa, koska tuotantolinja on mitoitettu tietyille tuotantovolyyymille suunnitteluvaiheessa. (Kouri 2009)

7.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalinen layout on joustava ja helppo toteuttaa, mutta tuotantolinjalayoutiin verrattuna tehoton layoutratkaisu. Funktionaalinen layout määritellään seuraavasti:

Funktionaalisessa layoutissa koneet ja työpaikat on ryhmitelty työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki sorvit ovat sorvaamossa ja hitsauspaikat hitsaamossa. Funktionaalista layoutia nimitetään myös teknologiseksi layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Kouri 2009, 476.)

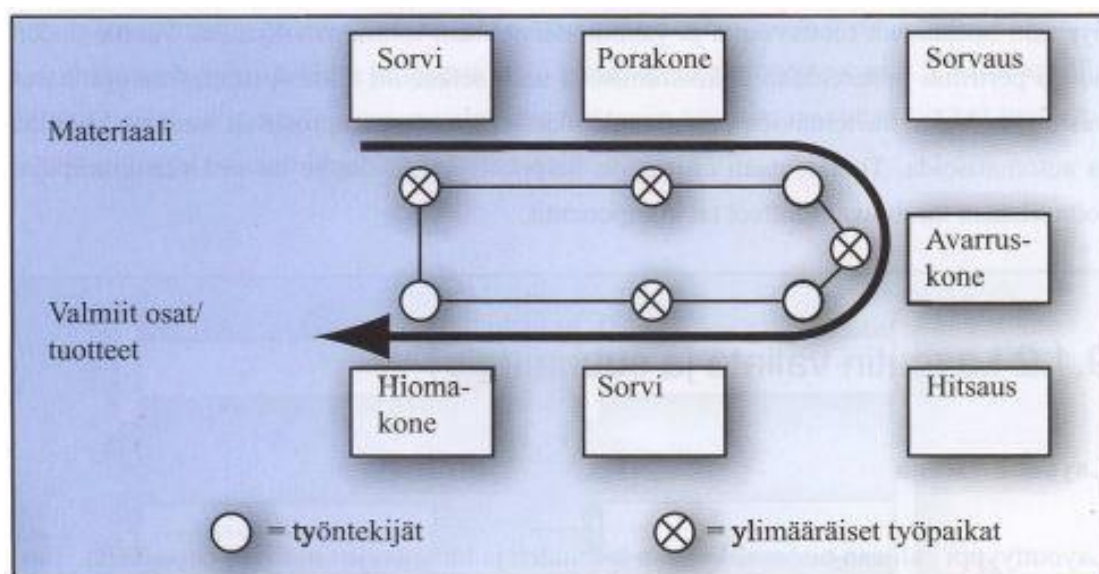
Funktionaalisessa layoutissa välivarastointia on paljon. Varastointi nostaa tuotteen yksikkökustannuksia huomattavasti, sekä vaikeuttaa laadunvalvontaa ja tuotannon ohjaamista. Funktionaalisessa layoutissa eri tuotteet kulkevat omia reittejään työpaikasta toiseen. Koneiden kuormitusasteet jäävät alhaisemmiksi, kuin tuotantolinjalayoutissa. Esimerkin funktionaalisesta layoutista antaa KUVA 11.



KUVA 11. Funktionaalinen layout (Kouri 2009, 477.)

7.3 Solulayout

Solulayoutissa yhdistyvät tuotantolinjalayoutin ja funktionaalisen layoutin hyvät ja huonot ominaisuudet. Solulayout on siis tehokkaampi, kuin funktionaalinen layout ja joustavampi, kuin tuotantolinjalayout. Solulayoutissa kappaleen valmistamiseen tai työvaiheen suorittamiseen tarvittavat koneet ja työntekijät on koottu yhteen soluun (KUVA 12.). (Kouri 2009, 477.)



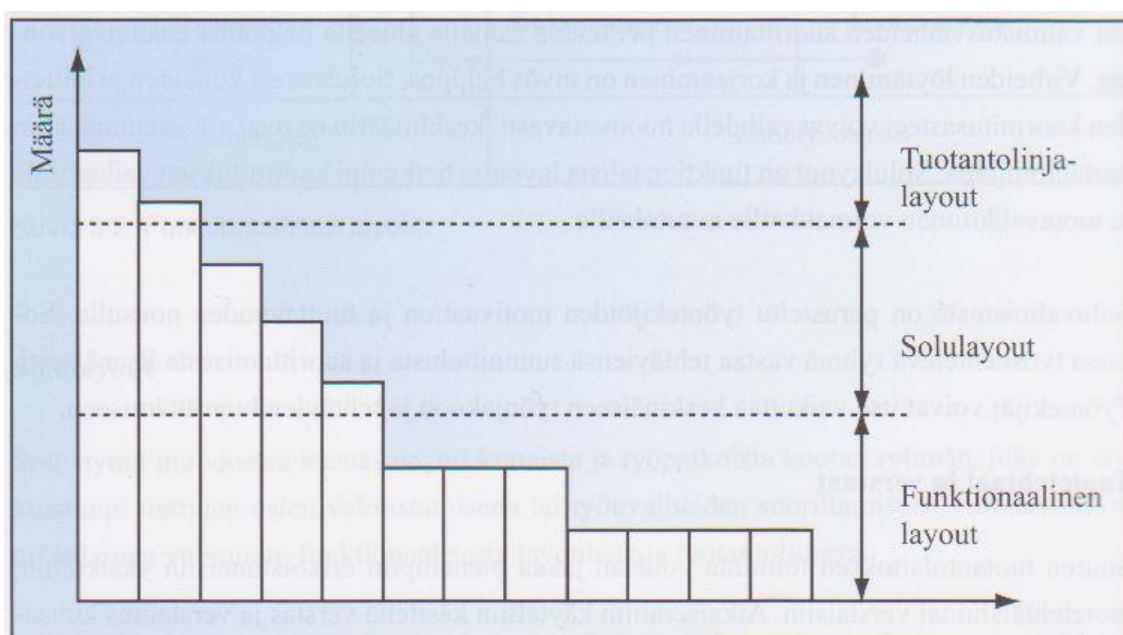
KUVA 12. Solulayout (Kouri 2009, 478)

Solulayout soveltuu joustavuutensa puolesta niin yksittäiskappale-, kuin piensarjatuotantoon suunniteltujen tuotteiden puitteissa. Funktionaalisesta layoutista poiketen tarvetta keskeneräisten tuotteiden varastointiin ei ilmene, sekä tuotannonohjaus on helpompaa, koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Solulayoutia on perusteltu myös työntekijöiden työmotivaation kohottajaksi, koska työstä tulee monipuolisempaa erilaisten laitteiden käytön ansiosta. Lisäksi työntekijät voivat jakaa työtehtävänsä joustavasti solun sisällä. (Kouri 2009, 477.)

7.4 Layouttyypin valinta- ja suunnitteluprosessi

7.4.1 Layoutin valinta

Layouttyypin valinta edellä mainittujen layouttyyppien joukosta tapahtuu valmistettavien tuotteiden valikoiman perusteella. Tuotannon koskiessa suuria määriä samantyyppisiä tuotteita on usein oikea vaihtoehto rakentaa tuotantolinjalayout. Tuotantomäärän ollessa pieni ja tuotevalikoima suuri on oikea vaihtoehto rakentaa funktionaalinen layout. Solulayout on omiaan haettaessa joustavaa layoutmuotoa, jossa valmistetaan toistuvasti samankaltaisia tuotteita, muttei kuitenkaan niin paljon, että tuotantolinjan rakentaminen olisi kannattavaa. Layouttyypin valinnassa auttaa tuote-määrä -analyysi (KUVA 13.). (Kouri 2009, 479.)



KUVA 13. Tuote-määrä -analyysi (Kouri 2009, 479.)

7.4.2 Ryhmäteknologia

Ryhmäteknologiassa selvitetään osien tai tuotteiden samankaltaisuutta. Samankaltaisia tuotteita voidaan sittemmin valmistaa samoja resursseja käyttäen. Ryhmäteknologialla pyritään nostamaan resursseiden kuormitusastetta, jotta voitaisiin luoda tuotantosoluja tai jopa tuotantolinja osien tai tuotteen valmistamiseen. (Kouri 2009, 480.)

”Ryhmäteknologia on menetelmä, jolla pyritään hyväksikäyttämään eri tuotteiden valmistuksen samankaltaisuutta tuotantoprosessin suunnittelussa.” (Kouri 2009, 480.)

Tuote- tai osaperheitä etsitään esimerkiksi työvaihekaavioiden avulla. Etsimiseen on kehitetty myös erilaisia koodeja, joista selviää osien geometria ja valmistusvaiheet. Koodaukset vaativat kuitenkin paljon resursseja, joten niiden käyttö on hyvin hankalaa. (Kouri 2009, 480.)

7.4.3 Layoutsuunnittelu

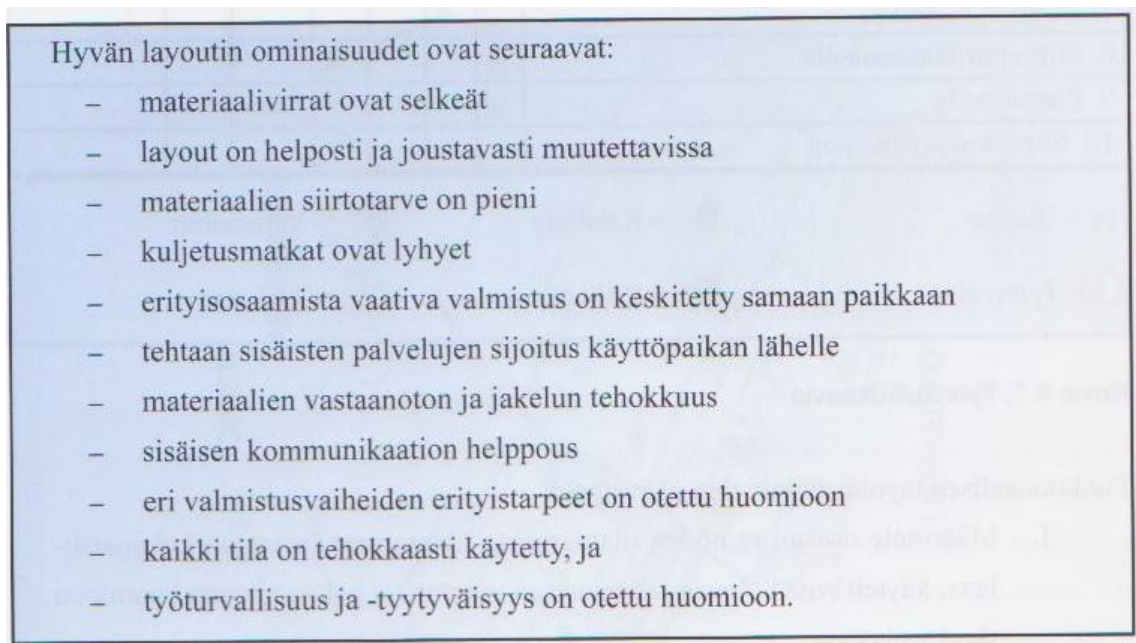
Tehtaan layout muodostuu usein useiden eri osastojen muodostamista osalayouteista. Layoutsuunnittelu on monimutkainen prosessi, eikä suunnittelussa yleensä ole vain yhtä oikeaa ratkaisua, vaan on toteutettava layout lähes aina kompromissi. Työpisteet tulisi sijoittaa siten, että siirtomatkat ovat mahdollisimman lyhyet. (Kouri 2009, 481.)

Layoutsuunnittelun peruslähtökohtana voidaan pitää tuotteiden rakenteita, koska rakennetiedoista selviää tuotteisiin tarvittavat raaka-aineet, komponentit ja puolivalmisteet. Rakennetietojen lisäksi tuotteen valmistusvaiheet antavat tärkeää tietoa tuotantotiloja suunnitellessa. Erityisesti työvaiheiden järjestys ja lukumäärä on otettava huomioon layoutsuunnittelussa. Valmistusmäärät ohjaavat layoutsuunnittelijaa tuotantotekniikan, -muodon ja -koneiston valinnassa. Layoutsuunnittelussa on otettava huomioon myös tuotannon aikajänne, joka on aika, jonka tuotanto tulee pysymään suunnitellun mukaisena. Tuotannon tukitoiminnot ovat myös osa tuotantolaitosta. Tukitoiminnot tulee ottaa myös huomioon layoutsuunnittelussa. Tukitoiminnot käsittävät muun muassa sosiaalitilat, jätteiden käsittelyn ja työkaluhuollon. (Kouri 2009, 481.)

7.4.4 Layoutsuunnittelun tavoitteet

Layoutsuunnittelun tavoitteena on materiaalivirtojen, työpisteiden sijoittelun ja osastojen sijaintien tehokas suunnittelu. Materiaalivirrat pyritään suunnittelemaan mahdollisimman selkeiksi siten, että kuljetusmatkat olisivat samalla mahdollisimman lyhyet. Kuljetusmatkojen lisäksi sisäisissä siirroissa on mietittävä siirtojen määrää. Siirtojen määrät pyritään pitämään niin vähäisinä kuin mahdollista. (Kouri 2009, 482.)

Layoutsuunnittelun tavoitteena on myös joustavuus. Tuotantotilat on suunniteltava siten, että niiden laajentaminen ja tuotannossa olevien tuotteiden muutokset huomioidaan uusia tiloja suunniteltaessa. (Kouri 2009, 482.)



KUVA 14. Hyvän layoutin ominaisuudet. (Kouri 2009, 482.)

8 MATERIAALIVIRRAT ANODISOINTILAITOKSELLE

Anodisointilaitoksen materiaalivirrat ovat saapuvan tavaran osalta hyvin selkeät. Anodisointiin saapuvat profiilierät keräillään robottivarastoon logistiikkahenkilön toimesta. Ainoat poikkeukset ovat taivutetut profiilit ja asiakkaiden omat profiilit. Näitä poikkeuksia on kuitenkin hyvin vähän.

Taivutetut anodisointiin saapuvat profiilit ovat hyvin hankalia varastoida, koska siirtohäkettä ei voi pinota päällekkäin profiilien muodon takia (KUVA 15.). Taivutetut profiilit olisi siis hyvä saada tuotantoon mahdollisimman pian saapumisen jälkeen, ettei anodisointilaitoksen tuotanto häiriinny.



KUVA 15. Taivutettuja profiileita siirtohäkissä (Perttu Vaitinen 2013)

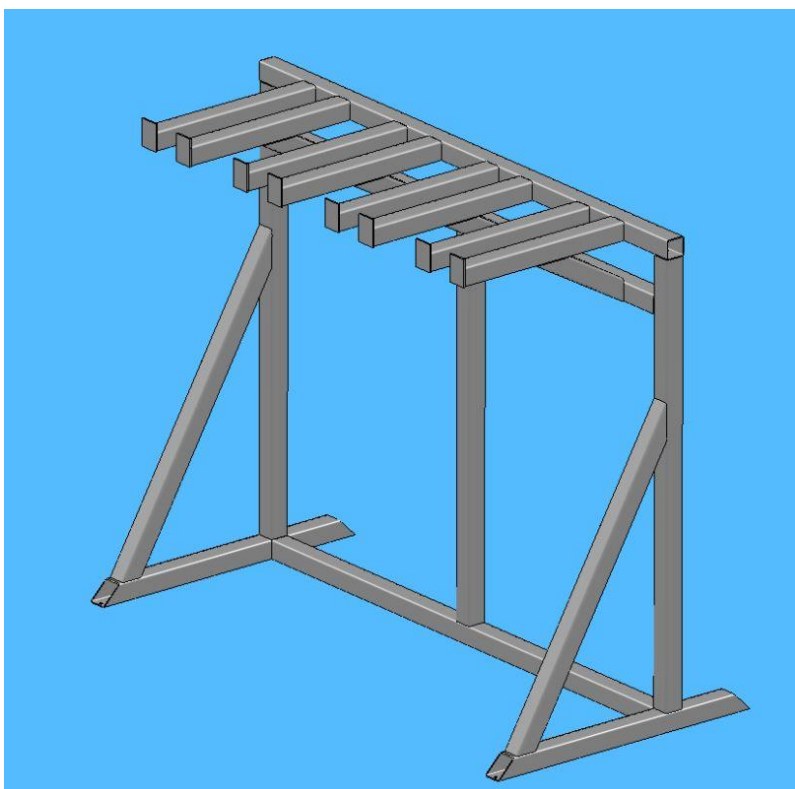
Varsinaiset ongelmakohdat materiaalivirroissa kohdentuvat valmisvarastoalueisiin. Valmisvarastoalueita on kaksi kappaletta. Toinen valmisvarastoalue on tarkoitettu sisäisille osastoille lähteville siirtohäkeille ja toinen asiakkaille lähteville pakatuille profiileille. Ongelmat johtuvat varastojen ja käärintäkoneen epälineaarisesta sijoittelusta, minkä seurauksena siltanosturia käyttävä pakkaaja joutuu tekemään nostoissaan turhaa työtä valmista pakettia varastoon siirrettäessä. Varastoalueiden ja käärintäkoneen uudet paikkatiedot ovat merkitty liitteeseen 1.

9 TARVIKETELINEEN SUUNNITTELU

Osana tätä opinnäytetyötä on suunnitella tarviketeline, eli säilytysteline ripustimille, joita anodisoinnissa käytetään (KUVA 4.). Ripustimet toimitetaan anodisointilaitokselle eurolavoilla. Vaaka-asennossa pinottuina ripustimet vievät todella paljon lattiatilaa.

Pinotut ripustimet voivat aiheuttaa myös vaaratilanteita niitä nostettaessa eurolavalta, sekä pinossa on aina kaatumavaara, kun teräspannat on poistettu kuljetuksen jälkeen. Ripustimet ovat raskaita nostella, joten niille tarkoitettu teline parantaa myös työergonomiaa.

Pohdintojen jälkeen päätettiin, että ripustimet asetetaan tarviketelineeseen pystysuorassa. Muita suunnitteluun vaikuttavia seikkoja on muun muassa nykyisistä ripustimista poikkeavien mallien säilytysmahdollisuus tulevaisuudessa. Kuvassa 16. on esitetty 3D-kuva tarviketelineestä. Teline on mallinnettu SolidWorks- suunnitteluohjelmalla. Mittakuvat ovat tämän työn liitteessä 2.



KUVA 16. Tarviketeline ripustimille. (Perttu Vaittinen 2013)

10 NYKYISEEN LAYOUTIIN TEHTÄVÄT MUUTOKSET

Nykyiseen layoutiin tehtävillä muutoksilla pyritään sujuvoittamaan anodisointilaitoksella työskentelyä. Myös siisteyden ylläpitäminen on tärkeä asia, joka sekin helpottunee layoutmuutosten seurauksena. Seuraava taulukko (TAULUKKO 1.) käsittää layoutissa havaittuja ongelmia, sekä ongelmille pohdittuja parannustoimenpiteitä. Alkuperäinen, yhdessä työntekijöiden kanssa laadittu Ongelmat – ratkaisut -lista löytyy liitteessä 3.

TAULUKKO 1. Nykyisen layoutin ongelmakohdat listattuna ratkaisuihin

Ongelma	Toimenpide ongelman ratkaisemiseksi
Pakettikärryn törmäykset siirrettäessä	Valmisvarastoalueen siirto lisätilan saamiseksi
Ripustimien hakeminen kaukaa	Tarviketelineen suunnittelu ripustimille
Valmiin paketin siirtäminen valmisvarastoon	Käärintäkone ja valmisvarasto samaan linjaan valmisvaraston siirron yhteydessä
Aluspuiden hakeminen kaukaa	Aluspuille jätetään tilaa valmisvaraston siirron yhteydessä
Tyhjien siirtohäkkien pinot tekevät pakkauskärryn liikuttelusta hankalaa, jos häkkeitä kertyy paljon	Tyhjien siirtohäkkien pinot siirretään toiseen paikkaan
Käyttökelvottomien ripustimien vieminen kauas	Käyttökelvottomille ripustimille varataan tilaa uusien ripustimien lähistöltä
Pakkausmateriaalien säilytyspaikat epäloogisia	Pakkausmateriaalien paikat mietitään uudelleen
MD-kalvon teline epäkäytännöllinen	MD-kalvolle uudet telineet pakkauspaikkojen pätyihin
Työkalujen paikat	Työkaluille taulut, jossa ne säilytetään
Välilattojen säilytys ripustuspaikalla	Hankitaan mahdollisesti kärryt, jossa välilattoja voisi säilyttää
Ripustus- ja pakkauspaikkojen päädyt epäsiistejä	Hankitaan pienehköt hyllyköt pätyihin
Lyhyiden pakettien hakeminen trukilla ja sijoittelu valmisvarastossa	Lyhyet paketit nostettava valmisvarastoon siten, että ne on mahdollista hakea sivuttaissiirtymiseen pystyvällä trukilla

11 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Purso Oy:n anodisointilaitoksen layoutia ja dokumentoida kehitetty layoutsuunnitelma. Toteutuskelpoinen layoutsuunnitelma on valmiina odottamassa anodisointilaitoksen uudelleenjärjestämistä. Tätä opinnäytetyön raportointia kirjoittaessa anodisointilaitoksella vallitsee tilauskannan kasvamisen johdosta erittäin kiireinen ilmapiiri, joten käytännön toteutus ei ole vielä mahdollista.

Laysuunnittelun teorioiden mukaan perusteltu layoutsuunnitelma tulee todennäköisesti vaikuttamaan positiivisesti koko anodisointilaitoksen toimintaan. Huomattavat parannukset tulevat näkymään esimerkiksi toimitusvarmuuden ja tuottavuuden kasvussa.

Tuotantolinjamuotoinen layout, joka Purso Oy:n anodisointilaitoksessa on, vaatisi suuria investointeja, jos tuotantotilojen layoutia alettaisiin muokata alusta lähtien. Tämän takia layoutsuunnitelma toteutettiin kiinteiden laitteiden ja työpisteiden ympärille.

Teoriaosuudessa painotettiin lukumäärien ja matkojen minimointia siirtoja suunniteltaessa. Layoutia suunnitellessani tämä oli pääperiaatteeni. Se toteutuikin kahta siirtomatkaa lukuun ottamatta kaikissa layoutiin tekemissäni muutoksissa. Ensimmäinen näistä siirroista, jossa siirtomatka piteni alkuperäisestä, on pakkauskärryn vieminen käärintäkoneelle. Perustelin siirtomatkan pidentymisen siten, että siirto tulee olemaan nopeampi ja helpompi suorittaa, koska siirtoon käytettävä tila on suurempi, eikä minkäänlaisia törmäyksiä tule sattumaan niin helposti. Toinen siirtomatkan piteneminen koskee tyhji-siirtohäkkien uudelleenpaikoitusta. Tulevassa paikassaan, joka on pidemmän matkan päässä nykyisestä paikastaan, tyhjiä siirtohäkeistä koostuvat pinot eivät haittaa muita siirtosuorituksia juuri lainkaan.

Ripustimien säilytykseen tarkoitetun tarviketelineen suunnittelu oli osa tätä opinnäytetyötä. Tarviketeline täyttää suunnittelun perustana olleet toivomukset, jotka havaittiin layoutia suunnitellessa. Toivomuksina oli, että ripustimet saataisiin nostettua pois kuormalavoilta ja ripustimien tulisi olla pystyasennossa telineessä. Telineeseen mahtuu kuusitoista kappaletta ripustimia.

Anodisointilaitoksen työntekijöiden sekä johdon tuki edisti ja helpotti monella tavalla tämän opinnäytetyön suorittamista. Toivon, että laaditun layoutsuunnitelman käyttöönoton jälkeen työnteosta tulee mielekkäämpää sekä työturvallisuus paranee ja tuottavuus kasvaa.

LÄHTEET

Purso Oy. 2012. Yritysesittely.

Uusi-Rauva E., Haverila M., Kouri I., & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. 6. Painos. Tampere: Infacs Oy.

LIIITEET